

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Penelitian menggunakan metode *Smart Water Management* (SMW) yang memantau kondisi air dimulai dari proses produksi hingga proses distribusi yang pemantauannya menggunakan sistem android yang mendapatkan data dari *Google Firebase*, *Google Firebase* digunakan untuk menyimpan dan menyinkronisasikan data secara *real time*. Penelitian tersebut mengukur kualitas air menggunakan lima sensor, yaitu sensor *Turbidity*, sensor TDS, sensor pH, sensor suhu, dan sensor ORP. Pengujian pengukuran dilakukan beberapa kali untuk menunjukkan hasil akurasi sensor-sensor yang digunakan jika menggunakan metode pengujian yang berbeda-beda. Pengujian tersebut yaitu pengujian kalibrasi sensor dengan alat ukur konvensional, pengujian parameter sensor-sensor pada larutan-larutan tertentu menggunakan sensor temperatur DFRobot DFR0198, sensor pH-4502C, sensor TDS DFRobot SEN0244, sensor *Turbidity* DFRobot SEN0189, dan sensor ORP DFRobot SEN0165, pengujian metode *black-box* dilakukan dengan cara menguji semua fungsionalitas dari perangkat yang dirancang, dan pengujian keseluruhan kinerja sistem dilakukan dengan cara menggabungkan dengan pengujian sebelumnya. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai yang hampir sama yang menunjukkan perangkat tersebut bekerja dengan baik serta *output* yang dihasilkan memenuhi standar baku mutu yang telah ditentukan[4].

Penelitian yang membandingkan dua cara membudidayakan ikan seperti Kurungan Jaring Apung (KJA) dan Kurungan Jaring Tanjap (KJT) yang memiliki dampak untuk lingkungan sekitar. Penelitian tersebut melakukan pengukuran terhadap kualitas air seperti suhu, pH, DO (*Dissolve oxygen/ oxygen* terlarut), ORP (*Oxidation Reduction Potential*), konduktivitas, kekeruhan, dan TDS (*Total Dissolved Solid/ total padatan terlarut*) yang dilakukan menggunakan alat HORIBA U-536. Dari parameter yang telah diukur pada kualitas air Danau Tondano masih memenuhi baku mutu air yang telah ditentukan untuk industri perikanan namun dari

dua cara membudidayakan ikan Kunjuangan Jaring Tancap karena dapat meningkatkan kesehatan ikan dengan cara memperhatikan sirkulasi air pada keramba[2].

Penelitian mengenai pengelola kolam renang mengetahui kapan waktunya untuk mengganti air kolam renang dengan cara mengukur parameter suhu, pH, dan turbidity. Dengan mengukur parameter tersebut akan didapatnya indikator yang akan memprediksi kualitas air yang akan mempengaruhi keputusan yang akan diambil. Penelitian tersebut mendapatkan akurasi sebesar 100% dan tingkat kesalahan 0%. Hasil dari pengujian terhadap air kolam renang akan dikirimkan secara *real time* menggunakan ID3 yang akan menampilkan kondisi air kolam renang[5].

Penelitian yang membandingkan 7 kolam renang yang ada di kota Pekanbaru dengan mengukur parameter kadar klorin dan pH pada air kolam renang. Kadar klorin yang sesuai dengan Permenkes RI no.416/Menkes/Per/IX/1990 kadar sisa klorin yang diperbolehkan dalam kolam renang adalah 0,2-0,5 mg/L. Sedangkan untuk nilai batas normal pH air yang diperbolehkan oleh Permenkes RI no. 32 tahun 2017 yaitu 7-8pH[6].

Pengukuran kualitas air dengan parameter pH, ORP, *Conductivity*, *Turbidity*, *Dissolved Oxygen (DO)*, *Total Dissolved Solid (TDS)*, dan salinitas yang dilakukan pada kedalaman maksimum 30meter dan mengukur kedalaman tertentu. Dari penelitian tersebut maka dihasilkan bahwa kondisi air yang kedalamannya kurang dari 33,7 meter masih memenuhi baku mutu lingkungan yang dapat digunakan untuk sumber air, pariwisata, budidaya perairan, penimbunan material *oberburden*, dan tempat hidupnya margasatwa tetapi tidak bisa dijadikan sebagai air minum, dan air yang berada lebih dari 33,7 meter kurang baik digunakan karena jika dilihat dari parameter yang diukur *Turbidity* menunjukkan semakin dalam maka kandungan lumpur yang tinggi dan kekeruhan, hasil dari *Total Dissolved Solid (TDS)* yang tidak memenuhi syarat yang dikeluarkan oleh WHO dan Kemenkes RI tidak lebih dari 500mg/L namun hasil pada pengukuran sebesar 1,56 g/L atau 1600 mg/L jika akan digunakan sebagai air minum maka perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu[7].

Penelitian yang mengukur salah satu parameter air yaitu *Total Dissolve Solid* (TDS). Pengujian berhasil melakukan pengukuran sensor TDS dengan beberapa sampel yang berbeda guna mengetahui kadar zat terlarut pada air. Dan untuk pengujian modul LoRa dengan menggunakan beberapa parameter seperti RSSI, SNR, dan ToA. Dari hasil pengujian modul LoRa diketahui dapat melakukan pengujian *gateway* dengan mengirimkan data dari *node* ke *gateway*[8].

. Penelitian mengenai kadar kekeruhan dan pH air kolam renang yang diuji menggunakan sensor kekeruhan dan sensor pH yang kemudian hasil dari pembacaan sensor akan diproses oleh ESP32 dan akan mengirimkan hasilnya menggunakan wifi dan jaringan tersebut akan diuji menggunakan *wireshark*. Hasil dari pembacaan sensor akan digunakan sebagai indikator apakah air kolam renang perlu penambahan klorin, jika air kolam renang perlu penambahan klorin maka akan diberi klorin secara otomatis[9].

**Tabel 2.1 Perbandingan dengan penelitian terdahulu**

N o	Nama Peneliti	Objek Penelitian	Parameter yang diukur	Hasil	Gap Penelitian
1	Zafhran, <i>et al</i> (2022)	Kualitas air PDAM	Parameter yang diukur <i>Turbidity</i> , TDS, pH, suhu, dan ORP	Hasil dari pengukuran menggunakan sensor tersebut berhasil dan kualitas air memenuhi baku mutu yang telah ditentukan oleh Permenkes	Perancangan alat berbasis IoT dan dilakukan pada air PDAM

No	Nama Peneliti	Objek Penelitian	Parameter yang diukur	Hasil	Gap Penelitian
				No.32 Tahun 2017	
2	Urbasa <i>et al</i> (2015)	Kualitas air Danau Tondano untuk perindustrian ikan	Parameter yang diukur yaitu suhu, kekeruhan, pH, oksigen terlarut, dan <i>oxidation reduction potential</i> (ORP)	Berdasarkan parameter yang diteliti menghasilkan bahwa air danau tondano dapat digunakan untuk budidaya ikan karena parameter tersebut masih dalam kadar aman dan tidak berbahaya untuk kesehatan ikan	Penelitian dilakukan di Danau dan tidak berbasis telekomunikasi
3	Angdresy <i>et al</i> (2020)	Pergantian air kolam renang	Parameter yang diukur yaitu suhu, pH, dan <i>Turbidity</i>	Pengelola dapat mengetahui kapan waktunya untuk	Parameter yang digunakan tidak menggunakan parameter ORP

No	Nama Peneliti	Objek Penelitian	Parameter yang diukur	Hasil	Gap Penelitian
				mengganti air kolam renang	
4	Kursani <i>et al</i> (2019)	Kelayakan kolam renang yang berada di kota Pekanbaru	Parameter yang diukur yaitu kadar sisa klorin dan pH air kolam renang	Dapat diketahui kelayakan air kolam renang yang memenuhi syarat dan tidak memenuhi syarat kolam renang yang berada di kota Pekanbaru	Parameter yang diukur hanya kadar sisa klorin dan pH, tidak menggunakan parameter ORP dan tidak berbasis telekomunikasi.
5	Tuheteru <i>et al</i> (2021)	Pemanfaatan Danau Bekas Tambang JVoid	Parameter yang diukur yaitu pH, ORP, Conductivity, <i>Turbidity</i> , Dissolved Oxygen (DO), <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS),	Pada kedalaman tertentu air memenuhi baku mutu lingkungan yang dapat digunakan untuk sumber air, pariwisata, budidaya	Penelitian tersebut tidak berbasis telekomunikasi

No	Nama Peneliti	Objek Penelitian	Parameter yang diukur	Hasil	Gap Penelitian
			dan Salinitas	perairan, penimbunan material oberburden, dan tempat hidupnya margasatwa tetapi tidak bisa dijadikan sebagai air minum karena parameter TDS yang tidak memenuhi standar WHO dan Kemenkes RI	
6	Gemilang <i>et al</i> (2022)	Pendekteksi kadar air menggunakan sensor <i>Total Dissolve Solid</i> (TDS)	Parameter yang diukur adalah <i>Total Dissolve Solid</i> (TDS)	Pengukuran menggunakan sensor <i>Total Dissolve Solid</i> (TDS) berhasil sehingga	Tidak mengukur parameter <i>Oxidation Reducion Potential</i> (ORP)

No	Nama Peneliti	Objek Penelitian	Parameter yang diukur	Hasil	Gap Penelitian
				dapat mengetahui kadar zat terlarut pada air dan hasil data dapat dikirimkan menggunakan komunikasi <i>Long Range</i> (LoRa)	
7	Nabila <i>et al</i> (2022)	Monitoring kualitas air kolam renang untuk pemberian klorin untuk mereduksi zat larut dan mikroorganisme	Parameter yang diukur yaitu <i>Turbidity</i> atau kekeruhan dan pH air	Pemberian klorin secara otomatis apabila air kolam renang tidak memenuhi baku mutu kolam renang dengan melihat hasil kekeruhan dan pH air	Tidak melakukan pengukuran <i>Oxidation Reducion Potential</i> (ORP) dan tidak berbasis <i>Long Range</i> (LoRa)

## **2.2 DASAR TEORI**

### **2.2.1 Industri Kolam Renang**

Industri kolam renang merupakan usaha yang menghasilkan jasa pada bidang pariwisata. Industri kolam renang menjadi salah satu pembangun perekonomian dalam bidang pariwisata dan olahraga, karena minat masyarakat yang sangat tinggi untuk melakukan kegiatan pariwisata atau sekedar olahraga. Karena kegiatan berenang dapat dilakukan oleh semua kalangan umur[10].



**Gambar 2.1 Kolam renang[10]**

Gambar 2.1 merupakan bentuk kolam renang. Kolam renang merupakan konstruksi buatan yang dirancang untuk diisi air dengan jumlah yang besar dan dapat digunakan untuk berenang, menyelam, atau aktivitas air lainnya. Kolam renang memerlukan perawatan yang tidak mudah karena harus melakukan pengawasan secara berkala agar dapat mengetahui kondisi air yang digunakan dan biaya untuk perawatan tentu saja tidak murah.

Menurut Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 yang dimaksud dengan kolam renang adalah air di dalam kolam yang digunakan untuk olahraga dan kualitasnya memenuhi syarat kesehatan. Pengawasan kolam renang harus dilakukan secara rutin untuk menjaga kualitas air yang digunakan karena air dapat menimbulkan berbagai macam penyakit dan gangguan kesehatan lainnya terhadap pemakai. Penyakit yang sering muncul setelah melakukan aktivitas air adalah iritasi dan



penyakit kulit yang biasanya disebabkan oleh kadar kaporit yang berlebih pada kolam renang atau kolam renang terlalu asam.

Pengawasan pada kualitas kolam renang merupakan hal yang harus dilakukan secara teratur untuk mengetahui dan melakukan pengecekan air tersebut. Salah satu cara untuk melakukan pengecekan yaitu dengan cara sanitasi pada air kolam. Air kolam mengandung senyawa kimia berupa klorin berupa kaporit ( $\text{Ca}(\text{OC}12)$ ) yang berguna untuk mereduksi zat organik, mengoksidasi logam, dan sebagai desinfektan terhadap mikroorganisme. Karena penggunaan kaporit pada air harus diperharikan sesuai dengan ketentuan yang berlaku maka perlu dilakukan pengawasan untuk mengetahui jumlah senyawa kimia yang terdapat pada air, jika senyawa kimia pada air kurang maka akan menyebabkan mikroorganisme pada air kolam tidak terdesinfeksi dengan baik, sedangkan jika berlebihan maka akan meninggalkan sisa klorin yang berakibat buruk untuk kesehatan[11].

Kandungan pada kolam renang tentu saja harus diawasi setiap saat karena kolam renang memiliki senyawa zat kimia didalamnya, dan terdapat banyak parameter sebagai standarisasi kolam renang dapat dikatakan baik atau baku mutu untuk air kolam renang. Parameter bisa dilihat secara fisik, biologi, dan kimia[1].

**Tabel 2.2 Parameter fisik baku mutu air kolam renang[1]**

No	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)	Keterangan
1	Bau		Tidak berbau	
2	Kekeruhan	NTU	0,5	
3	Suhu	°C	16-40	
4	Kejernihan	Piringan terlihat jelas		Piringan merah hitam ( <i>Secchi</i> ) berdiameter 20cm terlihat jelas dari kedalaman 4,572m
5	Kepadatan perenang	$m^2$ /perenang	2,2	Kedalaman <1 meter
			2,7	Kedalaman 1-1,5 meter
			4	Kedalaman > 1,5 meter

Tabel 2.2 merupakan baku mutu yang harus dipenuhi oleh pengelola industry kolam renang pada parameter fisik. Parameter fisik tersebut dapat diketahui oleh indera manusia seperti penglihatan, pembau, dan pengecap sehingga mudah untuk dilakukan.

**Tabel 2.3 Parameter biologi baku mutu air kolam renang[1]**

No	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)	Keterangan
1	<i>E.coli</i>	CFU/100ml	<1	Diperiksa setiap bulan
2	<i>Heterotrophic Plate Count (HPC)</i>	CFU/100ml	100	Diperiksa setiap bulan
3	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	CFU/100ml	<1	Diperiksa bila diperlukan
4	<i>Staphylococcus aureus</i>	CFU/100ml	<100	Diperiksa sewaktu-waktu
5	<i>Legionella spp</i>	CFU/100ml	<1	Diperiksa setiap 3bulan untuk air yang diolah

Tabel 2.3 menunjukkan baku mutu kolam renang mengenai parameter biologi. Baku mutu parameter biologi mengatur mengenai bakteri dan mikroorganisme yang terkandung dalam kolam renang. Penting untuk mengontrol pertumbuhan bakteri dan mikroorganisme yang terkandung dalam kolam renang guna menjaga kebersihan kolam dan kesehatan pengguna kolam renang.

**Tabel 2.4 Parameter kimia baku mutu air kolam renang[1]**

No	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar minimum/kisaran)	Keterangan
1	pH		7-7,8	Apabila menggunakan khlorin dan diperiksa minimum 3 kali sehari
			7-8	Apabila menggunakan bromine dan diperiksa minimum 3 kali sehari
2	Alkanitas	mg/l	80-200	Semua jenis kolam renang
3	Sisa Khlor bebas	mg/l	1-1,5	Kolam beratap/tidak beratap
		mg/l	2-3	Kolam panas dalam ruangan
4	Sisa Khlor terikat	mg/l	3	Semua jenis kolam renang
5	Total <i>bromine</i>	mg/l	2-2,5	Kolam biasa
		mg/l	4-5	<i>Heated pool</i>
	Sisa <i>bromine</i>	mg/l	3-4	Kolam beratap/tidak beratap/ kolam panas dalam ruangan
6	<i>Oxidation Reduction Potential (ORP)</i>	mV	720	Semua jenis kolam renang
				Sisa khlor/bromine diperiksa 3 kali

Tabel 2.4 menunjukkan baku mutu parameter kimia kolam renang yang harus dipenuhi oleh pengelola industri kolam renang. Untuk mengetahui kandungan kimia dalam kolam renang perlu dilakukan pengukuran menggunakan alat. Perlu dilakukan pemantauan dan pengujian secara teratur untuk mengetahui kandungan kimia pada kolam karena hal tersebut sangat penting untuk menjaga air kolam renang dalam kondisi yang aman,sehat bagi pengguna kolam renang.

### 2.2.2 Oxidation Reduction Potential (ORP) Meter

ORP (*Oxidation Reduction Potential*) meter merupakan alat pengukuran yang digunakan untuk mengukur potensi oksidasi reduksi dan konsentrasi pada suatu bahan kimia yang biasanya berada pada kolam renang. Bahan kimia akan bereaksi karena pengaruh dari oksigen dan bahan kimia tersebut akan mengoksidasi maka ORP meter akan mengukur potensi reaksi tersebut. ORP meter digunakan pada industri kolam renang karena pada kolam renang terdapat kandungan kimia yang perlu dilakukan pengawasan sehingga penting untuk dilakukan pengujian secara teratur.



**Gambar 2.2 ORP Meter[12]**

Gambar 2.2 merupakan bentuk dari ORP meter. ORP meter digunakan untuk mengukur kadar kualitas air, kadar klorin, dan pengawasan proses kimia. Hasil dari pengukuran menggunakan ORP meter digunakan untuk menyeimbangkan berbagai residu klorin bebas (*Free Chlorine*) dan pH, dua hal tersebut merupakan bagian penting dalam keseimbangan bahan kimia yang baik. Jika pada hasil pengukuran pH tidak sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan maka klorin akan menjadi kurang efektif. Dengan menggunakan alat ORP meter dapat mengetahui berapa kandungan klorin atau tingkat keasaman pada air kolam. Dengan ORP meter akan memberi tahu hasil seberapa efektif klorin Ketika beroksidasi dengan bahan organik dan sanitasi kolam, dengan begitu akan membantu

dalam pengambilan keputusan apa yang harus dilakukan pada air kolam tersebut Hasil pengukuran ORP ditampilkan dalam satuan *millivolt* (mV) [12].

### 2.2.3 Oxidation Reduction Potential (ORP) Sensor

ORP (*Oxidation Reduction Potential*) sensor sama halnya dengan ORP meter yang digunakan untuk mengetahui kadar ORP (*Oxidation Reduction Potential*) pada kolam renang. Nilai yang dihasilkan oleh ORP sensor akan ditampilkan dengan satuan *millivolt* (mV) yang dapat ditampilkan pada serial monitor atau media lainnya yang digunakan oleh pengguna untuk menampilkan nilai ORP.



**Gambar 2. 3 ORP Sensor[13]**

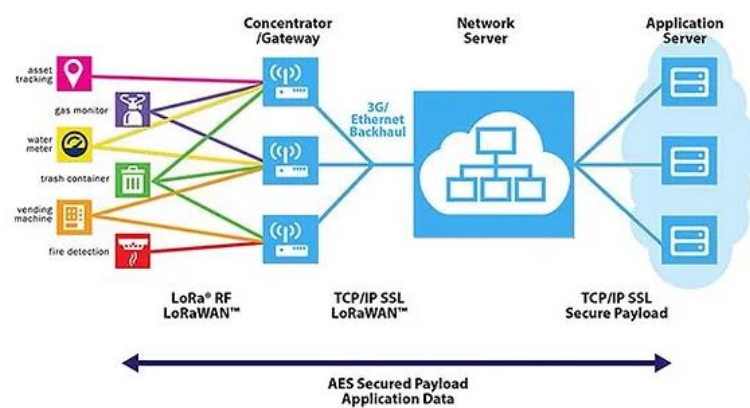
Gambar 2.3 merupakan bentuk dari ORP sensor. Cara penggunaan sensor ORP dicelupkan pada air yang ingin diketahui kada ORP di dalamnya aduk secara perlahan dan diamkan selama beberapa saat untuk memberikan hasil pembacaan sensor yang stabil.

Setelah melakukan pembacaan nilai ORP, sensor ORP diamkan pada cairan aquades untuk menjaga sensor ORP dan membuat sensor ORP kembali netral,

selain perlu dimasukkan pada cairan ORP, sensor ORP juga perlu dikalibrasi secara berkala untuk mengetahui keakuratan pembacaan sensor ORP[13].

#### 2.2.4 Long Range (LoRa)

*Long Range* atau yang sering disebut dengan LoRa merupakan salah satu sistem komunikasi jarak jauh yang dikelola, distandarisasi, dan dipromosikan oleh LoRa *Alliance*. Sistem komunikasi LoRa banyak digunakan pada perangkat yang menggunakan baterai (*portable*) dengan daya yang rendah agar dapat bertahan lama. Semtech merupakan salah satu LoRa *Alliance* yang mengembangkan lapisan fisik LoRa dan memiliki teknik modulasi yang memungkinkan dapat berkomunikasi jarak jauh, berdaya rendah, dan komunikasi throughput yang rendah. LoRa beroperasi pada pita ISM 433 Mhz, 868 Mhz, atau 9125 Mhz tergantung wilayah melegalkan pita mana yang akan digunakan.



Gambar 2.4 Arsitektur LoRaWan[14]

Gambar 2.4 merupakan arsitektur LoRaWan. Pada LoRa memiliki parameter transmisi yang perlu diperhatikan yaitu *bandwidth*, *coding rate*, dan *spreading factor*.

1. *Bandwidth* (BW) adalah lebar pita frekuensi yang berfungsi untuk memodulasi sinyal informasi dan sebagai representasi chip *rate* dari modulasi sinyal. Pada komunikasi radio frekuensi (RF) besaran

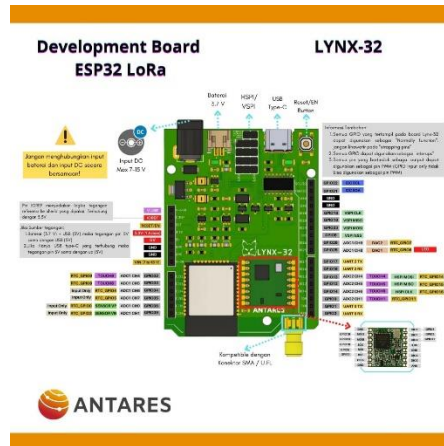
frekuensi dapat diatur sesuai dengan kebutuhannya mulai dari 125kHz, 250kHz hingga 200kHz.

2. *Coding rate* adalah fitur dari LoRa yang menggunakan Teknik *Forward Error Correction* (FEC), digunakan untuk melakukan *encode* 4 bit data dengan redundansi yaitu dengan menggandakan menjadi 5 bit, 6 bit, 7 bit, maupun 8 bit.
3. *Spreading Factor* (SF) adalah banyaknya chip atau bit yang dapat diencode untuk mewakili satu simbol, yang besarnya diatur mulai dari 7, 8, 9, 10, 11, dan 12[15].

LoRa Shield merupakan komponen perangkat keras yang digunakan untuk komunikasi jarak jauh menggunakan protokol nirkabel LoRa yang memiliki daya rendah serta *bit-rate* dibandingkan dengan tipe jaringan lainnya. Tipe jaringan tersebut digunakan untuk penggunaan daya rendah seperti sensor yang dioperasikan dengan baterai. Pengiriman data dapat dilakukan oleh *end-device* atau oleh *entitas eksternal* yang ingin berkomunikasi dengan *end-deviced*. Karena LoRa memiliki sifat *low-range* dan *low-power* menjadikannya sering digunakan untuk infrastruktur *smart sensig technology* seperti pemantauan[16].

### **2.2.5 Mikrokontroler**

Mikrokontroler merupakan sistem komputer fungsional pada sebuah chip. Pada mikrokontroler terdapat sebuah inti proesor, memori, dan perlengkapan *input output*. Maka dari itu mikrokontroler merupakan perangkat elektronika digital yang mempunyai *input*, *output*, dan kendali dengan program yang dapat ditulis dan dihapus dengan program. Mikrokontroler digunakan untuk produk dan perangkat yang dikendalikan secara otomatis seperti kontrol mesin, *remote* kontrol, dan perangkat yang dapat dikendalikan secara otomatis[17]. Penelitian akan menggunakan Lynx32 *Develompment Board*.



**Gambar 2.5 Lynx32 LoRa Development Board[18]**

Gambar 2.5 merupakan detail dari Lynx32. Lynx32 LoRa *Development Board* merupakan mikrokontroler buatan Indonesia yang berbasis ESP (*Espressif*) sehingga memiliki berbagai fleksibilitas kegunaan. Mikrokontroler Lynx32 merupakan *board* yang sudah dibekali modul LoRa sebagai media untuk berkomunikasi tetapi Lynx32 juga dapat digunakan untuk komunikasi berbasis WiFi[18].

### 2.2.6 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah komponen elektronik yang digunakan untuk menampilkan (*display*) angka, huruf, atau symbol-simbol lainnya. LCD merupakan perangkat elektronika yang umum digunakan apalagi digunakan untuk sebuah penampil mikrokontroler. LCD menampilkan karakter dengan cara memantulkan cahaya yang ada di sekitarnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit* tidak dengan menghasilkan cahaya karena dibuat dengan CMOS *logic*. LCD dapat menampilkan jumlah karakternya berdasarkan spesifikasi yang dimiliki oleh LCD itu sendiri[19].



**Gambar 2.6 LCD (*Liquid Crystal Display*)[19]**



Gambar 2.6 merupakan bentuk dari LCD yang digunakan. LCD yang digunakan pada penelitian menggunakan LCD I2C 16x2. LCD tersebut akan menampilkan hasil nilai pengukuran yang telah dilakukan. LCD I2c memudahkan pengguna untuk menghubungkan pada mikroprosesor. Jika LCD lain pada umumnya memerlukan banyak pin agar bisa dihubungkan dengan mikroprosesor sehingga menghabiskan banyak sumber daya, sedangkan pada LCD I2C hanya perlu menghubungkan empat pin pada mikroprosesor. Pin tersebut yaitu VCC untuk *power*, GND untuk *ground*, SDA untuk *serial data*, dan SCL untuk *serial lock*. LCD I2C sering digunakan untuk berbagai proyek elektronika seperti, robotika, sistem kendali, dan IOT karena penggunaan LCD memudahkan pengguna untuk menampilkan informasi sensor, status sistem, atau pesan yang perlu disampaikan[20].

### 2.2.7 Arduino IDE

IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan lingkungan terintegrasi yang bertujuan untuk melakukan pengembangan untuk Arduino itu sendiri. Lingkungan tersebut adalah Arduino itu sendiri dengan begitu Arduino dapat ditanam pemrograman dengan *software* Arduino IDE. IDE adalah bahasa pemrograman yang hampir sama dengan bahasa pemrograman C.



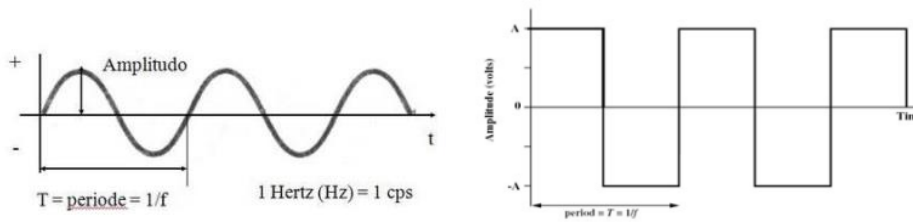
**Gambar 2.7 Software Arduino IDE[21]**

Gambar 2.7 merupakan tampilan dari *software* Arduino IDE. Pemrograman Arduino atau lebih sering disebut dengan *sketch* telah mengalami beberapa perubahan untuk melakukan penyesuaian agar lebih mudah digunakan khususnya untuk pemula. Arduino sudah terinstall program yang disebut *bootloader* yang terdapat pada IC, *bootloader* tersebut berfungsi sebagai penengah pada *compiler* Arduino terhadap mikrokontroler tersebut[21].

Tujuan menambahkan program pada mikrokontroler yaitu agar rangkaian elektronik yang deprogram dapat membaca *input*, memprosesnya dan dapat menghasilkan *output*. Arduino IDE dibuat menggunakan bahasa JAVA dan dilengkapi library C/C++ yang memudahkan operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah. Program yang sudah ditulis menggunakan Arduino IDE disebut *Sketch* yang ditulis pada *editor* teks dan akan disimpan dengan format *.ino*. Arduino IDE memiliki banyak fitur pada editor teks seperti *cutting*, *paste*, *searching*, dan *replacing* sehingga memudahkan penulis untuk memberikan perintah pada rangkaian elektronika. Pada Arduino IDE memiliki fitur *message box* yang berfungsi untuk menampilkan *error*, *compile*, dan *upload* program[22].

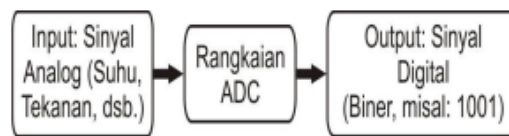
### **2.2.8 Analog to Digital Converter (ADC)**

*Analog to Digital Converter* (ADC) digunakan untuk mengubah nilai *input* yang berbentuk arus, tegangan listrik, atau sinyal analog menjadi sinyal digital atau angka. Dilakukan proses konversi dikarenakan masukan atau *inputan* yang diberikan berupa sinyal analog yang sulit dimengerti manusia sehingga perlu diubah dalam bentuk sinyal digital. Proses konversi data analog menjadi data digital agar bisa dimodifikasi, manipulasi, dan mengubah karakteristiknya. ADC sering kali digunakan untuk perantara perangkat yang memiliki *inputan* sinyal analog yaitu sensor dengan sistem komputer seperti sensor suhu, Cahaya, tekanan, aliran, dan lainya kemudian diukur menggunakan sistem digital.



**Gambar 2.8 Bentuk sinyal analog dan sinyal digital[23]**

Gambar 2.8 merupakan bentuk dari sinyal analog dan sinyal digital. Kuantitas analog dikonversi menjadi besaran listrik yang nilai tegangan atau arus setara menggunakan *transducer* sebelum memasuki rangkaian ADC yang bertujuan mengubahnya menjadi sinyal digital. Sinyal digital tersebut yang akan dibaca dan diproses oleh komputer. Tujuan dari proses konversi sinyal analog ke digital digunakan agar komputer dapat mengerti apa *inputan* yang diberikan.



**Gambar 2.9 Proses Konversi ADC[23]**

Proses pengubahan antara sinyal analog menjadi sinyal digital dengan cara mengubah *input* analog menjadi kode-kode digital. Kode-kode digital tersebut adalah sinyal diskret atau biner, karena komputer hanya bisa membaca sinyal diskret atau biner.

Adapun rumus perhitungan yang digunakan untuk penelitian ini dengan acuan rumus sebagai referensi sebagai berikut :

$$ADC\ Value = PIN_{ORP} * V_{REF} + \frac{ADC_{RES}}{2} \quad (2.1)$$

Keterangan:

ADC Value = Nilai ADC

PIN\_ORP = PIN Analog

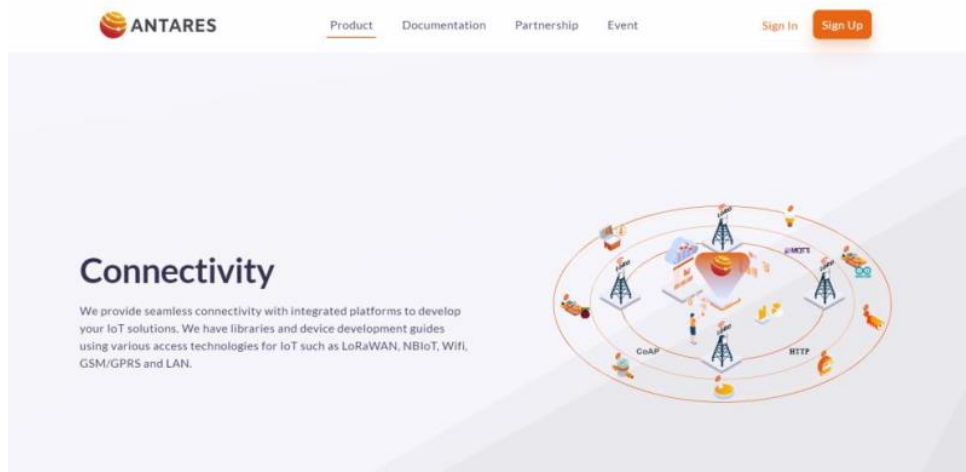
V\_REF = Tegangan referensi yang digunakan yakni 3300 – 5000

ADC\_RES = ADC Resolusi yang digunakan 12-bit yakni 0-4095

Hasil dari konversi sinyal analog ke digital berupa bilangan biner yaitu 0 dan 1. Bilangan biner tersebut yang akan merepresentasikan kualitas sinyal analog yang diterjemahkan. Hasil sinyal digital akan semakin baik apabila *inputan* atau sensor semakin sensitif terhadap perubahan nilai sinyal analog[23].

### 2.2.9 Platform Antares

Platform Antares adalah salah satu platform yang banyak digunakan untuk IoT. Antares sendiri merupakan platform milik Telkom Indonesia yang sudah mendapat sertifikasi global untuk platform Antares di ajang *OneM2M Ceremony Award*, sehingga platform tersebut dapat diakui oleh dunia dan menjadikan Antares dapat mengintegrasikan berbagai komponen IoT dan dapat berkomunikasi dengan data dari perangkat IoT.



**Gambar 2.10 Platform Antares[24]**

Gambar 2.10 merupakan tampilan awal Antares. Antares memiliki fitur-fitur seperti manajemen perangkat dan penyimpanan data yang bersifat *platform-agnostic* yang artinya dapat mendukung semua jenis konektivitas yang sering digunakan pada IoT, LoRa, dan lainnya. Antares banyak digunakan karena salah satunya menyediakan fitur library mikrokontroler berbasis Arduino[24].

### 2.2.10 Received Signal Strength Indicator (RSSI)

Received Signal Strength Indicator (RSSI) merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengukur kekuatan sinyal. Sinyal yang diterima sangat dipengaruhi oleh jarak pada saat pengiriman informasi karena pengiriman informasi sangat bergantung pada letak LoRa gateway. Jika jarak pemancar semakin jauh sinyal yang diterima kecil atau semakin lemah sehingga pengiriman informasi akan membutuhkan waktu[14]. Hasil pengukuran RSSI bernilai *negative* sehingga sinyal yang bagus atau dikatakan sinyal kuat jika mendekati positif[25].

**Tabel 2 5 Standar RSSI menurut TIPHON[25]**

Kategori	Signal Strength (dBm)
Sangat Bagus	> - 70dBm
Bagus	-70 dBm s/d -85 dBm
Sedang	-86 dBm s/d -100 dBm
Buruk	-100 dBm

Hasil pengukuran RSSI dipengaruhi oleh banyak faktor seperti *noise*, *multi-path fading*, *power transmit*, selain hal tersebut hasil pengukuran RSSI juga hambatan fisik sekitar juga berpengaruh terhadap hasil yang didapatkan seperti jarak, kepadatan lingkungan, pohon, dan objek lainnya yang dapat mempengaruhi sinyal antara *transmitter* dan *receiver*. RSSI diukur dalam satuan decibel (dBm)

### 2.2.11 Galat (Error)

Perbedaan penggunaan sensor dengan ORP meter menyebabkan selisih pembacaan. Untuk mengetahui keakurasian pembacaan sensor maka perlu dilakukan perhitungan presentase galat (*error*). Penentuan penggunaan sensor dapat ditentukan melalui perhitungan nilai *error* dan presentase nilai *error* dari perbandingan pembacaan sensor dengan instrument pengujian. Dalam penentuan *error*, maka berkalu rumus sebagai berikut :

$$Error = \left| \frac{X - X_i}{X} \right| \quad (2.2)$$

Dan untuk mengetahui presentase *error*, maka berlaku rumus sebagai berikut:

$$\% Error = \left| \frac{X - X_i}{X} \right| \times 100 \quad (2.3)$$

Dimana

X adalah nilai sebenarnya (instrument standar)

Xi adalah nilai yang terukur (nilai dari sensor)[26].

### 2.2.12 Akurasi

Kecermatan atau yang lebih dikenal dengan akurasi adalah ukuran yang menunjukkan kedekatan antara hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Hasil perolah akurasi ditampilkan dalam bentuk persentase (%) dari tes terhadap penambahan sejumlah analit dengan jumlah yang sudah ditentukan. Pengambilan nilai akurasi dilakukan untuk mengevaluasi ketelitian alat atau sensor dalam menentukan konsentrasi larutan yang sesuai dengan kadar yang sebenarnya.

$$Akurasi = 100 - \%error \quad (2.4)$$

Hasil perhitungan akurasi akan semakin baik apabila memiliki *error* semakin kecil. Nilai akurasi semakin baik apabila mendekati 100% artinya tidak ada kesalahan antara hasil analisis dengan kadar analit yang menunjukkan hasil keduanya sama sehingga tidak memiliki nilai *error* atau kesalahan. Hasil perhitungan akurasi menunjukkan seberapa besar proporsi prediksi yang tepat dari data yang diuji[27].